

**A NIKKELES ACÉLOK KÉNTÉLENÍTÉSE  
ÉS A NIKKELES ACÉLTUSKÓK HENGERLÉSE KAPCSÁN  
TAPASZTALT RENDELLENESÉGEK ÉRTÉKELÉSE  
AZ LKM ÜZEMI FELJEGYZÉSEINEK FELHASZNÁLÁSÁVAL**

Dr. SZŰCS LÁSZLÓ

(Közlésre érkezett: 1971. november 2.)

A Lenin Kohászati Művek I. elektroacélművében 1969-ben 20 000 db olyan tuskót öntöttek, amelyeket a durvahengerműben nyújtottak le. A lecsapolt acélt behúzott aljú kokillákba öntötték, súlyuk 2600, illetve 4000 kp volt. A kifogástalan tuskófelület biztosítására az üzemben különböző eredetű öntőporokat használtak, és öntési utasítás szabályozza az öntési hőmérséklet és az öntési sebesség összehangolását. Ennek ellenére előfordul, hogy a tuskó hengerléskor szakadozik és nem ad hibátlan felületű bugát. Ez a jelenség jellemző az erősen ötvöztött acélok egyikére-másikára is, legfőképpen azonban a nikkeles acélokra. A tuskó szakadásának természetesen sokféle oka lehet. Az LKM laboratóriumaiban számos vizsgálatot végeztek már a szakadásokat előidéző okok felderítésére — nem kevés sikerrel.

A laboratóriumi vizsgálatok módszereivel és eredményeivel e helyütt nem foglalkozom, csupán annyit említek meg, hogy ezek jelentős segítséget nyújtottak az erősen ötvöztött szerszámacéltuskók és savállóacél-tuskók hengerelhetőségének a javításában. Nem értek el azonban jelentős javulást a nikkeles szerkezeti acélok tuskóinak hengerelhetőségében.

Az LKM blokksorán technológiai utasítás írja elő a tuskók minősítését. A minősítés a tuskóból hengerelt buga felülete szerint történik; négy osztályt különböztetnek meg:

*I. osztályú a tuskó*, ha a belőle hengerelt buga felületén a blokksoron, görgősoron, vagy az olló alatt szabad szemmel nem fedeznek fel szakadást vagy repedést;

*II. osztályú a tuskó*, ha egy-egy bugán legfeljebb három olyan szakadás látható, amelyek egyenként nem hosszabbak 150 mm-nél, vagy a bugák felületén a hengerelendő tuskó magasságának egyharmadánál nem hosszabb hosszrepedés vagy pikkely van;

*III. osztályú a tuskó*, ha bugánként háromnál több, vagy 150 mm-nél hosszabb szakadás van, vagy a hosszirányú repedés és pikkelyes felület hosszabb a tuskó magasságának egyharmadánál, de a buga nagyobb része javítható és felhasználható;

IV. osztályú a tuskó, ha a bugák felülete annyira szakadozott, repedezett, pikkelyes vagy égett, hogy előreláthatóan a buga nagyobb része még javítás után sem lenne gazdaságosan felhasználható.

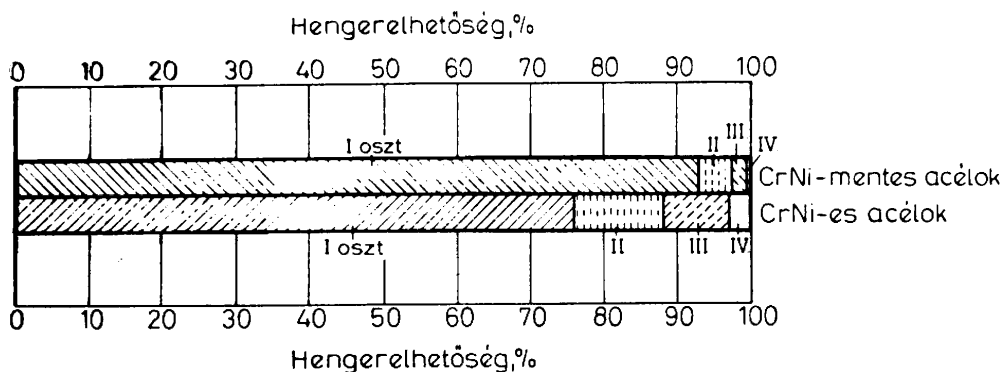
Az I. elektroacélműben 1969-ben öntött és a blokkson hengerelt 20 000 db tuskó ötvözött, illetve nemesacéltuskó volt. Kevés volt az ötvözetlen, de különleges igénybevételre szánt tuskó. A 20 000 db tuskóból 1069 db volt az olyan szerkezeti acél tuskó, amelyben 1% körüli vagy annál több, de maximum 4% Ni volt. Ide soroltam a Ni-, CrNi-, CrNiMo-, CrNiMoV-acélokat is, de a CrNi-es hő- és saválló acélokat nem.

A tuskók minősítése alapján véve fel a hengerelhetőséget, az így végzett értékelés eredményét — a tuskókat nikkeles és nem nikkeles csoportokra bontva — az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adatai és az abból szerkesztett 1. ábra jól szemléltetik, hogy a nikkeles acélokból a Ni-menteshez viszonyítva mennyivel kevesebb az I. és mennyivel több pl. a zömmel selejtnek tekinthető, IV. hengerelhetőségi osztályba sorolható tuskó (0,2, illetve 2,8%).

A vizsgált tuskók hengerelhetőségének %-os megoszlása az összes tuskóra vonatkozóan

1. táblázat

A tuskó minősége	Hengerelhetőség, %			
	I.	II.	III.	IV.
	o s z t á l y ú			
Cr-Ni-mentes	92,8	4,6	2,4	0,2
Cr-Ni-tartalmú	76,2	11,7	9,3	2,8



1. ábra. Cr-Ni-tartalmú és Cr-Ni-mentes acéltuskók hengerelhetőségének minőség szerinti százalékos megoszlása

Az üzemi szakemberek tapasztalatai szerint a Ni-tartalmú tuskók annál hajlamosabbak a szakadásra, mennél nagyobb kéntartalmúak. Ennek a tapasztalatnak ellenőrzésére a hengerelhetőségi minősítés és az acél nikkel-, valamint kéntartalma között statisztikai összefüggést kerestünk.

A nikkeltartalmú acélok hengerelhetősége a Ni- és S-tartalom függvényében

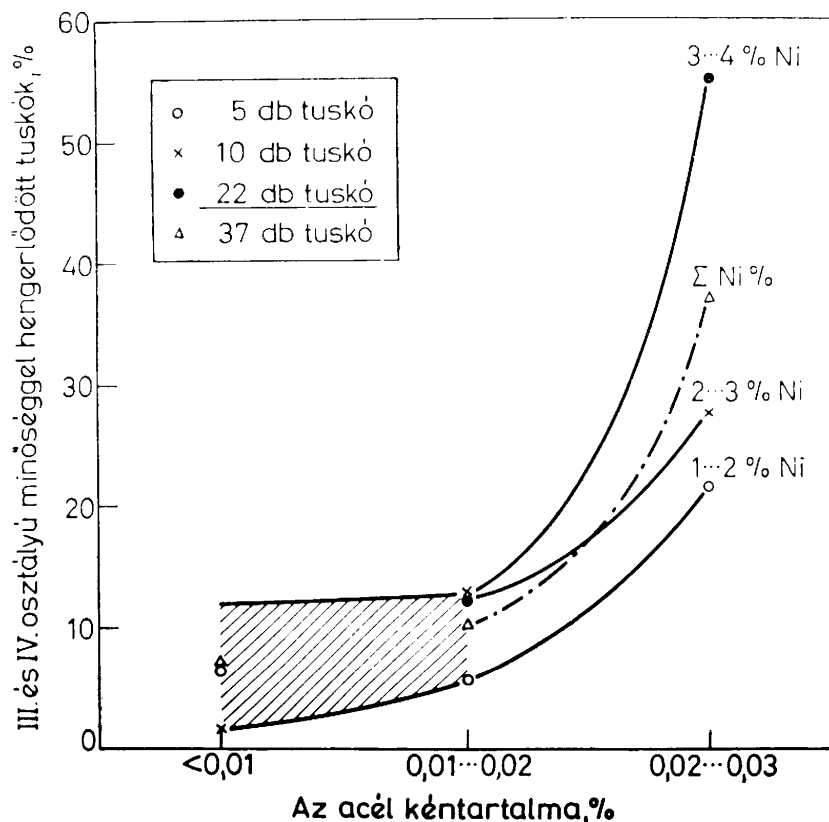
2. táblázat

Az acél kén-tartalma ‰	CSOPORTOSÍTÁS NIKKELTARTALOM ALAPJÁN																								Összesen db									
	1 . . . 2‰ Ni-tartalom								2 . . . 3‰ Ni-tartalom								3 . . . 4‰ Ni-tartalom									Ni-es acél összesen								
	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰	I. o. db	II. o. ‰	III. o. db	IV. o. ‰										
0,010	65	82,3	9	11,4	4	5,1	1	1,2	61	88,3	7	10,0	1	1,7	—	—	13	59	6	27,3	3	13,7	—	—	139	81,7	19	11,3	11	6,6	1	0,6	170	
0,011 . . . 0,015	155	81,0	27	14,0	9	5,0	—	—	80	69,6	12	10,5	19	16,5	4	3,4	171	72,0	23	15,0	14	9,0	7	4,0	346	75,0	62	13,5	42	9,1	11	2,4	461	
0,016 . . . 0,020	72	74,2	18	18,6	5	5,2	2	2,0	70	90,0	6	7,7	2	2,3	—	—	134	82,0	14	6,7	16	9,7	3	1,6	276	81,4	35	10,3	23	6,8	5	1,5	339	
0,011 . . . 0,020	227	79,0	45	15,5	14	4,8	2	0,7	150	78,0	18	9,3	21	10,7	4	2	245	77,0	34	10,6	20	9,4	10	3,0	622	77,8	97	12,12	65	8,12	16	2,0	800	
0,021 . . . 0,025	9	60,0	1	6,7	4	26,6	1	6,7	20	66,6	6	20,0	1	3,4	3	10,0	9	43,0	1	5,0	5	24,0	6	28,0	38	57,6	8	12,2	10	15,2	10	15,2	66	
0,026 . . . 0,030	7	87,5	1	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	100,0	—	—	8	42,0	—	—	8	42,0	3	16,0	15	45,5	1	3,0	14	42,4	3	9,1	33
0,021 . . . 0,030	16	69,6	2	8,7	4	17,4	1	4,3	20	55,5	6	16,7	7	19,4	3	8,4	17	42,5	1	2,5	13	32,5	9	22,5	53	53,53	9	9,1	24	24,24	13	13,13	99	
Ni-csoportonként	308	79,0	56	14,4	22	5,6	4	1,0	231	77,7	31	10,4	29	9,7	7	2,2	275	72,0	41	10,7	46	12,1	19	5,2	814	76,2	125	11,7	100	9,3	30	2,8	1069	

E célból az 1069 db Ni-es tuskót 1...2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, 2...3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> és 3...4% Ni-tartalmú csoportokra osztottuk és a hengerelhetőség alakulását az egyes csoportokon belül a kéntartalom függvényében vizsgáltuk. Az előző csoportokat a kéntartalom alapján 0,010<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-nál kisebb S-tartalmú alcsoportokra bontottuk (lásd a melléklet 1. táblázatát).

Az 1...2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ni-tartalmú és 0,010<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-nál kisebb kéntartalmú tuskók 82,3%-a I. osztályú volt. A kéntartalom növekedésével ez az arány jelentősen csökkent: 79<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra, illetve 69,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra. A hengerelhetőség alakulása 2—3%-os, illetve 3—4%-os nikkel-tartalmú CrNi-es acélok esetében még rosszabb értéket mutatott. Így pl. a 3...4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ni- és 0,021...0,030<sup>0</sup>/<sub>0</sub> S-tartalom esetében átlagosan 42,5%-ra csökkent a tuskók első osztályú hengerelhetősége.

A hengerelhetőség alakulását a Ni-tartalom függvényében is vizsgáltam. Amint a 2. táblázat adataiból kiderül, az I. osztályú hengerelhetőség a Ni-tartalom függvényében 79<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ról 72<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra csökkent. De csökkent az aránylag kismértékű javítást igénylő II. osztályú tuskók aránya is: 14,4%-ról 10,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra. A nagyobb mérvű javítást igénylő III. osztályú és zömmel

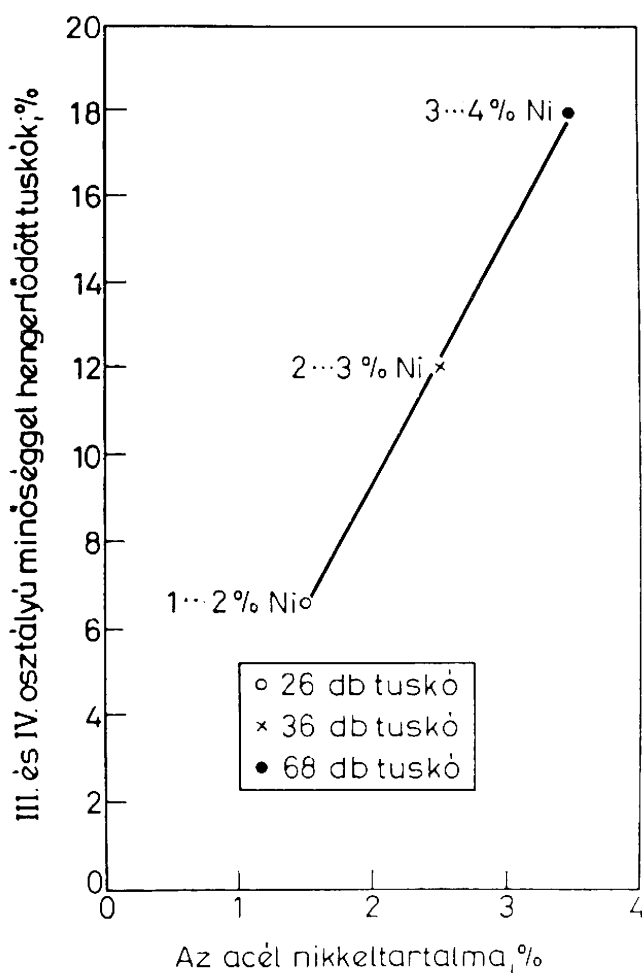


2. ábra. A III. és IV. osztályú minőséggel hengerlődt acéltuskók együttes aránya a kén- és nikkel-tartalom függvényében

selejtnek tekinthető IV. osztályú tuskók aránya természetesen növekedett a Ni-tartalommal 5,6%-ról 12,8%-ra, illetve 1%-ról 5,2%-ra.

Ha figyelembe vesszük azt, hogy negatív gazdasági kihatása a III. és IV. osztályú minősítést kapott tuskóknak van — hiszen a nagyon költséges bugajavítást ezek a tuskók igénylik, illetve a legtöbb nem javítható anyag főleg ezekből keletkezik —, akkor a III. és IV. osztályú hengerelhetőségű tuskók együttes arányának a vizsgálata célszerűbb.

Ezért a 2. ábra a III. és IV. osztályú tuskók együttes arányát tünteti fel az acél-kéntartalom függvényében, a nikkeltartalom figyelembevételével. A 2. ábrából leolvasható, hogy 0,010...0,020%-nál nagyobb kén-tartalmú CrNi-es acéltuskók hengerelhetősége a kén- és nikkeltartalom növekedésével fokozatosan romlik, mivel a III., illetve IV. osztályba sorolható acélbugák %-os aránya rendre emelkedik. Ez az összefüggés



3. ábra. A III. és IV. osztályú minőséggel hengerlődtött acéltuskók mennyisége az acél nikkeltartalmának függvényében

0,010%-nál kisebb kén-tartalmú adagok tuskóira nem érvényes, mivel ezek képlékenységet valószínűleg más tényezők befolyásolják.

A III. és IV. osztályú tuskók arányának alakulását a nikkeltartalom függvényében külön a 3. ábrán tüntettük fel. A 3. ábrából szembetűnő a rosszul hengerlő tuskók arányának, valamint a Ni-tartalomnak az összefüggése. Jól látható, hogy a szakadó (III. és IV. osztályú) tuskók aránya a Ni-tartalommal együtt nő.

A nikkeles acélok hengerelhetőségével párhuzamosan megvizsgáltam a selejteket alakulását is, pontosabban a szakadás, a repedés és az elégés miatti selejtet. Ni-tartalom szerint csoportosítva, a három selejtek miatt leselejtezett anyagokat a 3. táblázatban tüntettem fel a termelés százalékában kifejezve.

*Cr-Ni-acélok selejtjeinek alakulása*

*3. táblázat*

Az acél jele	Az acél Ni-tartalma ‰	Összes selejt ‰
NC 1 CMFNC	1‰ alatt	1,95
BNC 6, BNC 2, NC 5, NC 6, BNC2MoV	1 ... 2‰	5,68
BNC 3 BNC 35 BNC 4	2 ... 3‰	11,90
18X2H4A 25X2H4A CrNi 45—69	3 ... 4‰	14,00

A táblázatban feltüntetett adatokat diagramban is ábrázoltuk. A 4. ábrán látható a selejt arányának alakulása az acél Ni-tartalmának függvényében. Megfigyelhető, hogy az ordináta értéke a Ni-tartalommal nő, tehát a nagyobb Ni-tartalmú acélból több selejt keletkezik. Vizsgálataimnál előforduló acélminőségek kémiai összetételét tájékoztatás céljából a 4. táblázatban mutatom be.

Visszatérve a 2. ábrára, felmerülhet az a kérdés, hogy vajon a kén-tartalom csak a nikkeles acélok hengerelhetőségére és selejtjére van a tapasztalt irányú és mértékű hatással, avagy a nem nikkeles acélokéra is. Az elemzést néhány acélfajtára elvégezve, a nikkeleséhez hasonló összefüggés a kén-tartalom és a szakadás között nem volt tapasztalható.

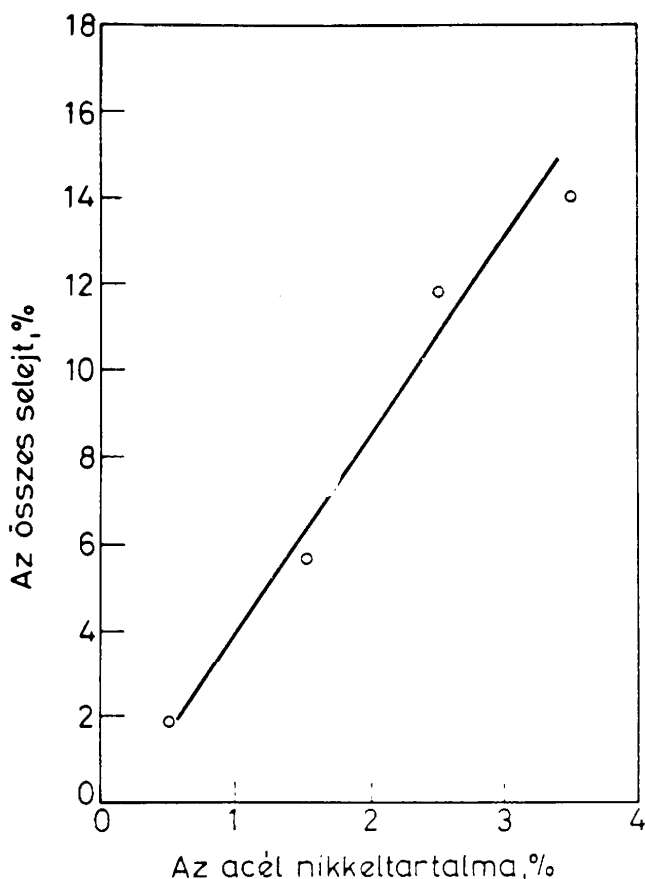
A statisztikai értékelés eredményét összefoglalva, a nikkeles acélokról megállapíthatjuk, hogy:

1. A III. + IV. osztályú tuskók aránya annál nagyobb, minél nagyobb az acél nikkeltartalma;
2. a III. + IV. osztályú tuskók aránya a kb. 0,015%-nál több kén-tartalmazó adagokból annál nagyobb, minél nagyobb az acél kén-tartalma;

Vizsgálatainknál előforduló acélminőségek kémiai összetétele MSz 68-69-66 és GOSZT 4543-61 alapján

4. táblázat

Az acélminőség jele	KÉMIAI ÖSSZETÉTEL %-BAN						
	Karbon	Szilícium	Mangán	Króm	Nikkel	Wolfram	Kén legfeljebb
BNC 2	0,09—0,16	0,17—0,37	0,30—0,60	0,60—0,90	1,50—1,90	—	0,035
BNC 3	0,09—0,16	0,17—0,37	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—	0,035
BNC 4	0,16—0,22	0,17—0,37	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—	0,035
BNC 6	0,14—0,20	0,17—0,37	0,40—0,60	1,80—2,10	1,80—2,10	—	0,035
NC 1	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,50	—	0,035
NC 5	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,60—0,90	2,25—2,70	—	0,035
NC 6	0,26—0,34	0,17—0,37	0,30—0,60	0,60—0,90	2,70—3,25	—	0,035
18X2H4A	0,14—0,20	0,17—0,37	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,80—1,20	0,035
25X2H4A	0,21—0,28	0,17—0,37	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,80—1,20	0,035



4. ábra. A selejt arányának alakulása az acél nikkel tartalmának függvényében

3. a szakadás, repedés és elégés miatti selejt annál több, mennél nagyobb az acél nikkel tartalma.

A szerkezeti acélok minősége tekintetében — mint ismeretes — előnyös, ha kéntartalmuk 0,015%-nál kisebb. Ha ebből a szempontból vizsgáljuk meg a 2. táblázat adatait, érdekes összefüggést állapíthatunk meg. Ennek az összefüggésnek fontos gyakorlati jelentősége van. Az 1069 tuskó statisztikai adataiból kiderül, hogy a 0,015%-nál kevesebb kén előírásnak az 1...2% Ni-tartalmú adagok 69%-a, a 2...3% Ni-tartalmú adagok 61%-a, a 3...4% Ni-tartalmúaknak pedig csak 46%-a felel meg. Ez a tény közvetve arra utal, hogy a nagyobb Ni-tartalmú adagok nehezebben kénteleníthetők.

Ezt látszik bizonyítani az a statisztikai értékelés is, amit válogatás nélkül kijelölt nem nikkeles és nikkeles acéladagok kéntelenítéséről állítottunk össze.



Az LKM SM-kemencéiben gyártott CrNi-es adagok kéntelenítési folyamatát vizsgálva, összehasonlítottuk az ugyanabból a kemencéből gyártott nikkeles és nem nikkeles adagok kéntelenítési sebességét. Ügyeltünk arra, hogy a nikkeles és nem nikkeles adagok a kemence kampányának közel azonos időszakából származzanak. Köztudott ugyanis, hogy a kemence hőrezsime, és így a frissítési, valamint kéntelenítési folyamatok is változnak a kemencekampányon belül. A megvizsgált több száz adag adagkönyvben rögzített adataiból állítottuk össze az 5. táblázatot.

#### Kéntelenítési teljesítmény

5. táblázat

Acélfajta	A kikészítés időtartama óra	S-tartalom		Az S-tart. csökkenése $\Delta S$ , ‰	A kéntelenítés sebessége $\Delta S$ , ‰/ó
		Beolvasdaskor ‰	Csapoláskor ‰		
Nem nikkeles	2,8	0,0456	0,0249	0,0207	0,0074
Nikkeles	4,0	0,0317	0,0215	0,0102	0,0025

Ebből kiderül, hogy a nem nikkeles adagok kéntelenítési sebessége 0,0074‰/ó kén/óra, a nikkeleseké pedig ennek egyharmada: 0,0025‰/ó kén/óra.

E felsorolt adatokból és vizsgálatokból kitűnik, hogy az acélban jelenlevő nikkelt negatíve befolyásolja az acél kéntelenítési sebességét és így a kéntelenítés folyamatát, sikerét.

#### Серочистка никелевых сталей и оценка ненормальностей по поводу прокатки никелево-стальных чушек, с использованием заводских записок в ЛКМ (Металлургическом заводе им. Ленина)

Эта публикация исследует прокатываемость стали и численное отношение брака в сталях, содержащих или не содержащих никеля. Она устанавливает, что стали, содержащие никель, тем более подвержены разрыву, чем больше они содержат серу. Подобное заключение может быть выведено и в связи с нарастанием брака. Он нарастает линейно с содержанием никеля в стали. На основании некоторых сот плавов выявилось, что екорость серочистки у плавов, не содержащих никеля: 0,0074 ‰/ч., а у плавов, содержащих никель, только третья часть этого: 0,0025 ‰/ч.

Итак можно установить, что никель, находящийся в стали, негативно действует на серочистку стали.

#### VALUATION OF IRREGULARITIES FOUND IN CONNECTION WITH THE DESULPHURIZATION OF NICKEL STEEL AND ROLLING OF NICKEL STEEL-BLOCKS WITH THE USE OF FACTORY NOTES IN LENIN METALLURGICAL WORKS

This article is studying the rollability and waste matter formation of steel in the case of steels containing nickel and not containing it. It comes to conclusion that steels containing nickel are the more inclined to break the more sulphur they have. A similar conclusion is to be drawn in connection with the increase of waste

matter too. Its increase is linear with the Ni-contents of steel. On the basis of the examination of several hundred portions of steel it appeared that the desulphurizing speed of non-nickel portions is 0,0074<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sulphur hour, and that of the nickel-bearing portions is one third of the non-nickel portions: 0,0025<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sulphur hour.

So it is to be pointed out that the nickel being present in the steel has a negative influence upon the desulphurization of steel.

DIE BEWERTUNG DER BEI ENTSCHWEFELUNG DER NICKELHALTIGEN  
STAHE UND BEI WALZUNG DER NICKELHALTIGEN MASSELN  
ERFAHRENEN UNREGELMÄSSIGKEITEN MIT VERWENDUNG  
DER VERZEICHNEN VON LKM-BETRIEB

Diese Mitteilung prüft die Walzung und die Abfallgestaltung des Stahles bei nickelhaltigen und nickelfreien Stählen. Sie stellt fest, dass die nickelhaltigen Stähle für den Riss je empfindlicher sind, desto grösseren Schwefelgehalt haben. Man kann eine ähnliche Folgerung auch in Verbindung mit dem Abfallzuwachs ziehen. Sein Zuwachs ist mit dem Ni-Gehalt des Stahles linear. Auf Grund der Untersuchung von vielen hundert Stahlgichten wurde es klar, dass die Geschwindigkeit der Entschwefelung der nickelfreien Gichten 0,0074<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Schwefel/Stunde ist und der nickelhaltigen ein drittel dessen: 0,0025<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Schwefel/Stunde.

Also man kann feststellen, dass das im Stahl befindliche Nickel die Entschwefelung des Stahles beeinflusst.